

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет  
Кафедра оптики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана



« 31 серпня 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Адаптивна оптика

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	104 Фізика та астрономія
освітній рівень	магістр
освітня програма	Оптика, лазерна фізика
вид дисципліни	обов'язкова

Форма навчання	очна
Навчальний рік	2023/2024
Навчальний семестр	3
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач(і): д.ф.-м.н., проф. Зеленський Сергій Євгенович

Пролонговано: на 20~~24~~/20~~25~~ н.р. *Володимир Д. Ільїн* «30» ~~08~~ 20~~24~~ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.

КИЇВ – 2023

Розробник(и) Зеленський Сергій Євгенович, д.ф.-м.н., проф.,  
професор кафедри оптики

ЗАТВЕРДЖЕНО

В.о. зав. кафедри оптики

  
(підпис)

(Кондратенко С.В.)  
(прізвище та ініціали)

Протокол № 12 від « 16 » червня 2023 р.

Схвалено науково - методичною комісією фізичного факультету

Протокол від « 30 » червня 2023 року № 16

Голова науково-методичної комісії

  
(підпис)

(Оліх О.Я.)  
(прізвище та ініціали)

## ВСТУП

1. Мета дисципліни - отримання знань щодо фізичних основ побудови адаптивних оптичних систем, у тому числі методів фазового спряження (обернення хвильового фронту)..

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни  
Здобувач повинен попередньо опанувати перелічені нижче дисципліни в обсязі викладання на фізичних факультетах класичних університетів:

- Загальна фізика. Оптика.
- Спецкурс. Квантова електроніка та фізика лазерів.
- Спецкурс. Нелінійна оптика.

3. Анотація навчальної дисципліни:

В рамках спецкурсу розглядаються фізичні основи та сучасні досягнення адаптивної оптики.

Програма навчальної дисципліни складається з трьох розділів (тем):

Тема 1. Методи адаптивної корекції фази світлових пучків.

Тема 2. Адаптивні системи.

Тема 3. Оборнення хвильового фронту.

Теми відповідають трьом змістовним модулям:

- модуль 1 - тема 1;
- модуль 2 - тема 2;
- модуль 3 - тема 3.

Методи викладання: лекції, практичні заняття, консультації. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, реферати, іспит. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок модульного контролю (60%) та іспиту (40%).

4. Завдання (навчальні цілі): вивчення фізичних основ побудови адаптивних оптичних приладів та систем.

Дисципліна спрямована на досягнення таких загальних та спеціальних (фахових, предметних) компетентностей випускника:

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

СК01. Здатність використовувати закони та принципи фізики та астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

СК05. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опанувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

СК10. Вміти використовувати методи чисельних та аналітичних розрахунків в оптиці.

ПРН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.

ПРН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.

ПРН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень або інновацій в області фізики або астрономії.

ПРН17. Знати і розуміти фізичні основи функціонування оптичних пристроїв та систем.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація*; 4. автономність та відповідальність*)		Методи викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Фізичні принципи адаптивної корекції фази світлових пучків.	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, опитування у процесі лекцій та практ.занять, іспит	10
1.2	Фізичні принципи роботи адаптивних систем та їх елементів.	Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота	Модульна контрольна робота, опитування у процесі лекцій та практ. занять, іспит	10
1.3.	Основні рівняння, що описують явище обернення хвильового фронту при чотирихвильовому змішуванні та при вимушеному розсіянні, суть і основні наближення застосованих фізичних моделей; означення усіх фізичних величин та термінів, що застосовуються; типові приклади застосувань явищ та методів, що		Модульна контрольна робота, опитування у процесі лекцій та практ.занять, іспит	20

	вивчаються.			
2.1	Формулювати основні фізичні принципи побудови та роботи адаптивних систем.	Лекції, самостійна робота	Модульна контр. робота, опитування у процесі лекцій та практ. занять, іспит	20
2.2	Здійснювати математичний опис процесів фазового спряження при чотирихвильовому змішуванні та при вимушеному розсіянні.	Лекції, самостійна робота	Іспит	20
3.1	Вільне спілкування з питань фізики роботи адаптивних систем і їх елементів.	Дискусії під час лекцій	Оцінювання виступів на лекціях та практ. заняттях, іспит	10
4.1.	Самостійно обирати і застосовувати фізичні моделі для побудови і використання адаптивних систем і їх елементів.	Дискусії під час лекцій та практ. занять	Оцінювання виступів на лекціях та практ. заняттях, іспит	10

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)**

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	4.1
	ПРН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.	+	+	+	+	+	
ПРН05. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних або астрономічних явищ, об'єктів і процесів.				+	+		
ПРН06. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень або інновацій в області фізики або астрономії.			+		+	+	+
ПРН17. Знати і розуміти фізичні основи функціонування оптичних пристроїв та систем.	+	+		+	+	+	

## 7. Схема формування оцінки.

**7.1.** Форми оцінювання студентів (*перелік видів робіт та форм їх контролю/ оцінювання із зазначенням мін. - граничної та макс. кількості балів чи відсотків*):

- **Семестрове оцінювання:**

1. Модульна контрольна робота 1 (9 балів – 15 балів).
2. Модульна контрольна робота 2 (9 балів – 15 балів).

- **Підсумкове оцінювання у формі іспиту** (*обов'язкове проведення екзаменаційного оцінювання в письмовій формі*).

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав **менше 36 балів**. Оцінка за іспит не може бути **меншою 24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

	Модулі 1, 2		Модуль 3		Екзам ен	Підс. оцінк а
	Контр .роб. 1	Інші види контр.	Контр .роб. 2	Інші види контр.		
Мінім.	9	9	9	9	24	60
Максим.	15	15	15	15	40	100

**7.2. Організація оцінювання:** Кожна модульна контрольна робота проводиться після вивчення відповідних тем.

### 7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно/Excellent	90 – 100
Добре/Good	75 -89
Задовільно/Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання/Fail	35 -59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	0 - 34
Зараховано/ Passed	60 - 100
Не зараховано/ Fail	0 -59

**Програма навчальної дисципліни**  
**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ**

№ п/п	Назва лекції	Кількість годин		
		Лекції	Практ.	С/р
Змістовий модуль 1. Принципи адаптивної корекції фази світлових пучків.				
1	Вступ. Адаптивний інтерферометр Майкельсона.	1	1	4
2	Методи пробних збурень та апертурного зондування.	1	1	4
3	Адаптивний фокусатор.	1	1	4
4	Фазова модуляція у випадку модального коректора. Метод фазового спряження.	1	1	4
5	Елементи адаптивних оптичних систем.	1	1	4
6	Приклади адаптивних оптичних систем.	1		4
7	Лазерні адаптивні системи. Адаптивні телескопи.	1	1	4
	Модульний контроль (контрольна робота 1)			
Змістовий модуль 2. Обернення хвильового фронту.				
8	Метод звязаних хвиль. Наближення повільної зміни амплітуд.	1	1	4
9	Загальний та вироджений випадки чотирихвильового змішування.	1	1	4
10	Обернення хвильового фронту методом чотирихвильового змішування.	1	1	4
11	Параметричне підсилення при оберненні хвильового фронту. Механізми нелінійності, що застосовуються для обернення хвильового фронту	1	1	4
12	Непараметричні процеси третього порядку. Раманівське підсилення.	1	1	4
13	Розсіяння Мандельштама-Брилюєна. Вимушене розсіяння.	1	1	4
14	Обернення хвильового фронту методом вимушеного розсіяння Мандельштама-Брилюєна.	1	1	4
15	Застосування обернення хвильового фронту.	1	1	5
	Модульний контроль (контрольна робота 2)			
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>61</b>

Загальний обсяг 90 год.,

в тому числі:

Лекцій – 15 год.

Практичні заняття – 14 год.

Самостійна робота – 61 год.

## Список рекомендованої літератури

### Основна

1. Зеленський С.Є. Обернення хвильового фронту. Конспект лекцій із дисципліни «Адаптивна оптика». – Київ: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 71 с.
2. Robert K. Tyson, Benjamin West Frazier Principles of Adaptive Optics. 5th Edition. CRC Press, 2022

### Додаткова

1. Kroening J., R.K.Tyson. Adaptive Optics Engineering Handbook. – New York: M.Dekker, 2000. – 348p.